

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-1. 有機材料
小項目	1-1-10. 高分子

概要（200字以内）	
<p>精密に構造が規定された有機高分子は、それ自身がナノサイズを有しているのみならず、特異的な凝集構造を形成しやすく、ナノ物質とみなすことができる。近年のリビング重合法、特に汎用性の高いリビングラジカル重合法の発展により、分子量分布の制御された線状高分子あるいは様々な形状を持つ高分子が合成され、ナノ物質として利用されるようになった。構造制御されたデンドリマーもナノ物質として精力的に研究されている。</p>	<p>The diagram illustrates the formation of nanostructures from copolymers. At the top, two wavy lines represent 'ジブロック共重合体' (diblock copolymer) and 'トリブロック共重合体' (triblock copolymer). An arrow points to the text 'ナノ構造体の形成' (formation of nanostructures). Below this, three distinct molecular structures are shown: '櫛形高分子' (comb-shaped polymer), '星形高分子' (star-shaped polymer), and 'デンドリマー' (dendrimer).</p>
現状と最前線	
<p>精密に構造が規定された有機高分子は、それ自身がナノサイズを有しているだけでなく、特異的な凝集構造を形成しやすく、ナノ物質とみなすことができる。例えば精密構造を持つブロック共重合体は、リビング重合法、テレケリックポリマーを用いる方法など、いくつかの手法により合成することができる。リビング重合法では、リビングアニオン重合、リビングカチオン重合、リビングラジカル重合などを利用できるが、中でも、汎用性の高いリビングラジカル重合の発展が目覚ましく、分子量分布の制御された種々の共重合体が、簡便かつ自在に合成できるようになってきた。また最近では、連鎖重縮合法が開発され、従来では制御が困難であった縮合型の高分子も精密合成が可能になりつつあり、ナノ物質として今後の展開が期待される。このようにして作られる精密構造を持つブロック共重合体は、極めて規則的なナノ・マイクロ相分離構造を形成するものもあり、今後有用なナノ物質である。</p> <p>上述したような精密重合法の飛躍的な発展に伴い、精密構造を持つブロック共重合体のみならず、様々な形状や構造を有する高分子が合成されるようになってきた。また、それらの集合化を指向した分子設計も精力的に研究されており、ナノテクノロジーのための基盤物質として大いに期待されている。より複雑な形状を有する高分子ナノ物質として、櫛形高分子、星形高分子、環状高分子をはじめ、「8の字」の形をした高分子など、多彩な形状を持つ高分子の合成報告例が増えている。これらは通常の直鎖状高分子とは全く異なる特性を持つことも明らかにされている。</p>	

ハイパーブランチポリマーやデンドリマーといった多分岐構造を持つ高分子は、メディカルアプリケーション、ナノ触媒、分子包接空間としての利用も精力的に研究されている。特にデンドリマーは直径が数 nm から 100nm にもおよぶ球状高分子であり、正確な構造と分子量を有しているため「単一分子のナノ構造体」とも呼ばれている。分子量分布 (M_w/M_n) が 1.0 であり、三次元的に規則正しく広がった明確な分子構造を持つ高分子ナノ物質である。

また、高分子の分子鎖に着目すると、通常の高分子は柔軟な分子鎖により形成されているが、共役系高分子に代表される剛直な主鎖骨格を持つもの、あるいはらせん構造を有する高分子は、精密な階層構造形成へと展開できるナノ物質である。

一方で、適当なナノ加工を施すことで、多くの高分子は有用なナノ材料となる。ナノ微粒子、ナノファイバー、ナノチューブ、ナノシート等が知られている。

(参考文献) ナノマテリアルハンドブック 国武 豊喜 監修 エヌ・ティー・エス (2005)

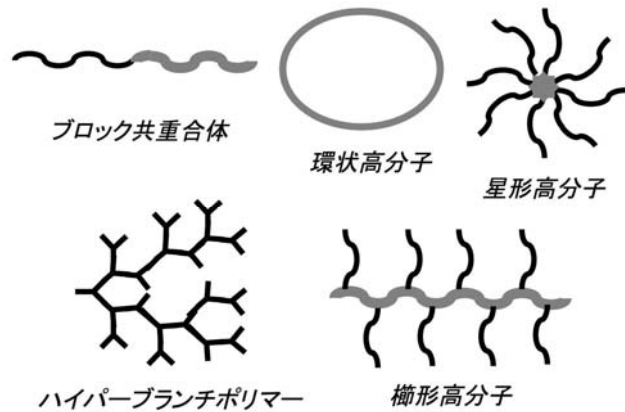


図1 様々な形状を持つ高分子

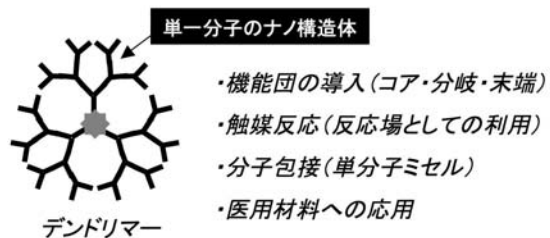


図2 デンドリマー

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 複雑な構造を持つ高分子ナノ物質の合成法開発
 - 動的な特性を有するナノ物質の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 超高性能な高分子ナノ物質の開発
 - トップダウンナノテクノロジーとの融合による相乗効果の発現

キーワード

精密構造、ブロック共重合体、特殊構造ポリマー、デンドリマー、らせん高分子

(執筆者：大塚英幸)